專報第二十號
Report No. 20

尿素中二縮脲對鳳梨之藥害試驗

Experiment on the Toxic Effect of Biuret Content in Urea on Pineapple Plants

潘康亞　　李玨清
K. Y. Pan　　C. C. Lee

臺灣省農業試驗所
鳳山熱帶園藝試驗分所編印
高雄縣・鳳山鎮
中華民國五十二年二月
Published by
Taiwan Agricultural Research Institute
Fengshan Tropical Horticultural Experiment Station
Fengshan, Kaohsiung, Taiwan
February, 1963

此係本所與臺灣肥料股份有限公司合作研究之專題報告，已另刊入該公司研究專報第十五號。

尿素中二縮脲對鳳梨之藥害試驗

Experiment on the Toxic Effect of Biuret Content in Urea on Pineapple Plants

潘 康 亞[1] 李 玨 清[2]

K. Y. Pan C. C. Lee

一、引 言

尿素為含氮量最高之中性肥料，適用於各種作物，肥效顯著而持久。又以其分子小，可滲入植物組織內為其吸收利用，故為葉部施肥之最佳肥料。惟尿素在製造過程中常有微量二縮脲 (Biuret) 生成，此物對植物生長有害，其藥害程度之輕重，則視其含量多少、作物種類與施肥方法而不同。1957 年 Bowen 氏[3] 用 100 加侖水溶解 10 磅尿素，以其溶液噴施於蘋果樹上，有燒灼葉片邊緣之象，氏謂此乃由於尿素中混有二縮脲之關係；噴施時如摻入少許蔗糖，或可避免損害。鳳梨施用尿素肥料之藥害問題，據夏威夷 Sanford 氏等[4]利用尿素溶液噴施之結果，鳳梨葉尖枯萎 (die-back) 與葉片變黃 (yellowing) 之程度，與尿素中二縮脲含量成正相關，含量達 3%者，噴施葉面已對植株充分有害，至於施於土壤中之藥害反應，則未確知。本試驗之目的乃在研究土壤施肥與葉面噴施時二縮脲含量多寡對鳳梨植株生長之影響，俾以所得結果供鳳梨栽培者及尿素製造工業方面之參考。

本省栽培鳳梨，氮素補給向以應用硫酸銨施於土壤或葉腋為主，尿素施用尚不多見。日人渡邊正一氏於應聘來臺考察鳳梨栽培情形後，曾建議舉行鳳梨葉面噴施尿素試驗。但葉面施肥在應用上之第一項難題即為噴施溶液之濃度高低問題。據馬來亞農業報導[5]，鳳梨可忍受較高濃度之肥料溶液，如於日落後噴施，尿素溶液濃度雖高達 40%，植株並無明顯傷害，然同樣濃度溶液如在正午日照下噴施，則葉片即有燒灼痕跡。本試驗於進行之初，對尿素溶液濃度問題，曾先作探討，由實地觀測之結果，獲知灌入鳳梨植株頂端之尿素溶液，其濃

---

(1) 鳳山熱帶園藝試驗分所技士 Specialist, Fengshan Tropical Horticultural Experiment Station.
(2) 臺灣肥料公司推廣處長 Chief, Extension Dept., Taiwan Fertilizer Co.
(3) Bowen, T.J. (1957): Urea Sprays in Deciduous Fruits, Queensland Agr. Journal, Vol. 83 (5), 259-262.
(4) Sanford, W.G. and others (1955): Toxicity to pineapple plants of biuret found in urea fertilizers from different sources, Horticultural Abstracts, Vol. 25 (1), 1052.
(5) Malaya Department of Agriculture (1954): Notes on Current Investigations, Agronomy, July to September, Pineapples, Malayan Agr. Journal, Vol. 37 (4) 235.

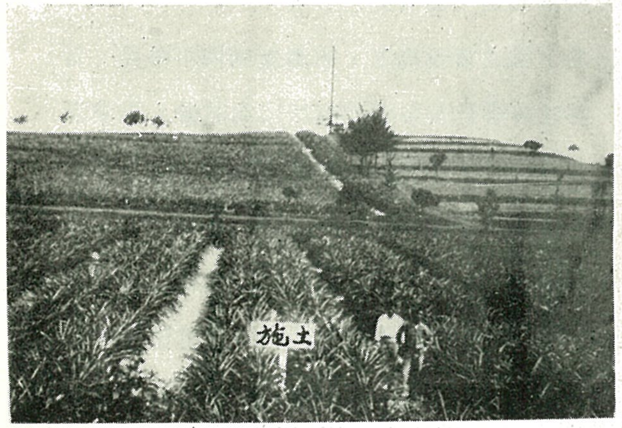
度以不超過 5%為宜。葉面噴施濃度達 20%以上時，雖未發生嚴重傷害，但間有一二嫩葉現枯焦斑跡。植株之灼傷程度並與溶液用量、噴施時間及次數、植株大小以及土壤、氣候等自然因素有關。本試驗噴施溶液之濃度係採用10%者，以其較為安全故也。

本試驗係由鳳山熱帶園藝試驗分所與臺灣肥料公司合作舉辦，試驗區設於鳳山分所內，主要工作之進行，係自民國 44 年秋季至 46 年夏季第一次收果為止，但其後仍繼續就試驗區按照習慣施肥，記載第二次與第三次之果實收量，藉以觀察二縮脲之殘餘影響。本文係報導數年來之試驗結果，加以論述，以就正於高明。

二、試驗方法與材料

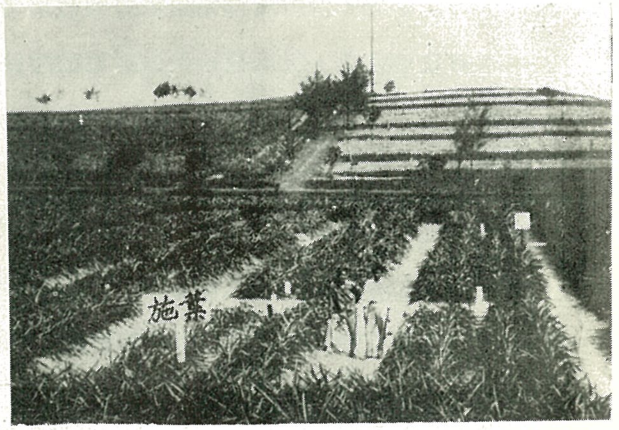
本試驗全區每株鳳梨年施三要素量定為氮 (N) 16 公克，磷酐 (P_2O_5) 4 公克，氧化鉀 (K_2O) 16 公克。二縮脲含量分四平準，即：①對照區(尿素不另加二縮脲)，②尿素另加 1% 二縮脲，③尿素另加 2%二縮脲，④尿素另加 3%二縮脲。所用二縮脲係化學純品，尿素肥料係日本製品。由於田區肥料用量較多，無法採用純粹之尿素，而日本製之尿素肥料中，即含有二縮脲，故對照區中，雖未另加二縮脲，實非絕無二縮脲者，僅其量較少而已。

尿素與二縮脲之施用分為土壤施肥與葉面噴施兩試驗區。葉面噴施試區採用拉丁方 (Latin square) 設計，四處理，四重複，共 16 小區；土壤施肥試區採用隨機區組設計，四處理，六重複，共 24 小區；每小區面積為 25.6 平方公尺 (8×3.2公尺)，栽植鳳梨四行，每行 15 株，共 60 株；兩試區共栽植鳳梨 2,400 株。



圖（1） 土壤施肥試區全景

Fig. 1. Whole view of soil fertilization block.



圖（2） 葉面施肥試區全景

Fig. 2. Whole view of foliar spray block.

試驗用之鳳梨種苗為正常開英種 (Smooth Cayenne) 大小一致之裔芽 (slip)，於民國 44 年九月初旬定植，至 46 年夏季第一次收穫，在此期間，土壤施肥部份全試區均於每年三、

九月間將尿素二縮脲混合物、磷肥（用普通過磷酸鈣）及鉀肥（用氯化鉀）分別按照規定年施量均分二次施下；葉面噴施部份磷鉀肥之施用與土壤施肥者相同，尿素二縮脲混合物按年施量之半數於 44 年九月下旬施入土中；蓋當時鳳梨植株定植未久，尚未成活，不宜進行葉面施肥；直至定植後約七月（45 年 4 月 2 日）始行噴施，噴施溶液濃度為 10%，每株每次噴施 30 立方公分（合尿素 3 公克）。噴施日期及次數參見附錄表 (1)。

三、試驗結果與討論

1. 二縮脲對鳳梨植株生長之影響

本試驗土壤施肥全試區於定植二月後開始生育調查，至抽穗前停止，共進行 15 次測量，茲將其最後一次調查結果綜合表列於次：

表 (1) 土壤施肥各處理植株生長情形（最後一次生育調查）*

Table 1. The growth condition of plants subjected to different treatments of soil fertilization (last time of inspection)*

二縮脲濃度別 Biuret content (%)	平均株高 Av. height of plant (cm.)	平均葉數 Av. no. of leaves	平均葉長 Av. length of leaf (cm.)	平均葉寬 Av. width of leaf (cm.)
1.13	107.2	81.3	86.9	5.65
2.13	106.8	79.3	87.2	5.64
3.13	106.1	79.5	86.8	5.56
4.13	105.5	80.6	85.1	5.61

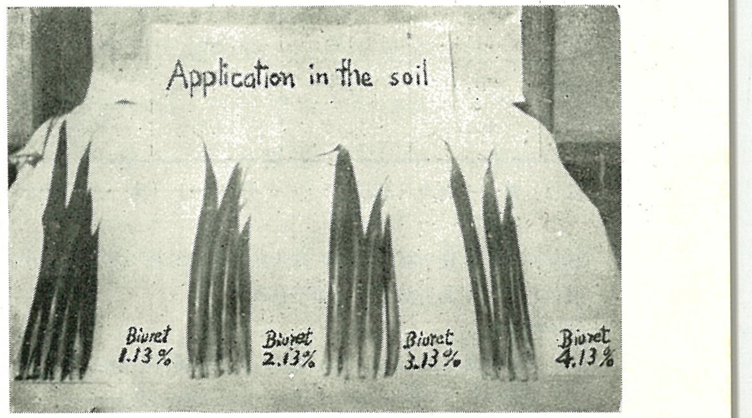
* 植株定植後一年四個月，每小區調查 10 株，六重複共 60 株。

* The record was taken 1 year and 4 months after planting, 60 plants have been inspected, 10 in each plot.

表列數據顯示各處理間植株生長情形並無若何差異，足以證明土壤施肥時，縱使尿素中二縮脲含量較高，亦不影響鳳梨植株之生長。

圖（3） 土壤施肥各處理鳳梨葉片之比較

Fig. 3. Comparison of leaves from plants subjected to different treatments of soil fertilization.



本試驗之葉面施肥全試區，亦曾先後進行 15 次生育調查，其最後一次調查紀錄列如下表：

表 (2) 葉面施肥各處理植株生長情形 (最後一次生育調查)*

Table 2. The growth condition of plants subjected to different treatments of foliar spray (last time of inspection)*

二縮脲濃度別 Biuret content (%)	平均株高 Av. height of plant (cm.)	平均葉數 Av. no. of leaves	平均葉長 Av. length of leaf (cm.)	平均葉寬 Av. width of leaf (cm.)
1.13	99.76	74.5	82.27	5.43
2.13	98.48	72.5	81.99	5.46
3.13	93.16	69.8	80.47	5.52
4.13	91.34	66.4	77.99	5.51

* 植株定植後一年四個月，每小區調查 10 株，四重複共 40 株。

* The record was taken 1 year and 4 months after planting, 40 plants have been inspected, 10 in each plot.

上表數據顯示二縮脲濃度愈高，株高、葉數、葉長均趨降低，已有藥害現象。藥害輕重固與二縮脲濃度有關，但噴施次數及植株大小亦爲一重要因素。本試驗初期所用之尿素中，因二縮脲含量較高(達 2.25%)，噴施於幼株兩次之後卽見藥害，葉片逐漸黃枯，詳見下表：

表 (3) 半年生幼株噴施兩次後之藥害調查

Table 3. Toxic effect of biuret on ½ year old plants after 2 times of foliar spray

二縮脲濃度別 Biuret content (%)	調查葉數 No. of leaves inspected		葉片平均黃枯長度 (公分) Av. length of yellowed part of leaf (cm.)		葉片平均綠色長度 (公分) Av. length of green part of leaf (cm.)		葉片平均黃枯率 (%) Av. % of yellowed part	
	第一次 1st	第二次 2nd	第一次 1st	第二次 2nd	第一次 1st	第二次 2nd	第一次 1st	第二次 2nd
2.25	1108	166	18.94	35.62	18.78	34.12	50.21	51.07
3.25	1114	146	19.60	41.08	18.58	29.33	51.33	58.34
4.25	1050	150	19.09	46.88	18.18	24.57	51.22	65.61
5.25	1052	143	19.71	57.96	17.14	11.64	53.48	83.27

註(1) 第一次調查日期爲 45 年 5 月 15 日 (第一次噴施後六週)，第二次爲 45 年 5 月 28 日 (第二次噴施後三日)。

註(2) 第一次每小區調查 10 株，共調查 40 株；第二次每小區調查 1 株，共調查 4 株。

註(3) 植株下部自然發生枯葉不在調查之列。

Remarks:

(1) Date of 1st inspection: May 15, 1956 (6 weeks after 1st time of spray). Date of 2nd inspection: May 28, 1956 (3 days after 2nd time of spray).

(2) 40 plants, 10 in each plot, have been inspected in the 1st time; 4 plants, 1 in each plot, have been inspected in the 2nd time.

(3) Lower leaves which withered naturally have not been taken into account.

鳳梨植株第一次噴施尿素係在 45 年 4 月 2 日，距定植不過七月，對藥害之抵抗力較弱，故噴施一次後，經過六週，葉面黃枯部份卽達全葉之半，而於同年 5 月 25 日噴施第二次後，不過三日，葉面黃枯部份已迅速擴大，施用二縮脲濃度較高者，其黃枯部份竟超過全葉面積之 80%，可見藥害之重。

此外葉尖枯萎現象，噴施者亦較土施者爲嚴重，在葉面噴施二次之後，曾於 45 年 6 月 1 日進行一次調查，所得結果如下表：

表 (4) 半年生幼株葉面施肥與土壤施肥處理間葉尖枯萎數之比較

Table 4. Wilting of leaf tip of ½ year old plants subjected to foliar spray and soil fertilization

二縮脲濃度別 Biuret content (%)	葉面噴施 Foliar spray			土壤施肥 Soil fertilization		
	調查總葉數 No. of leaves inspected	葉尖枯萎葉數 No. of leaves having wilted tips	枯萎 % Av. % of leaves having wilted tips	調查總葉數 No. of leaves inspected	葉尖枯萎葉數 No. of leaves having wilted tips	枯萎 % Av. % of leaves having wilted tips
2.25	1669	1478	88.55	5069	2727	53.80
3.25	1726	1548	89.68	5109	2720	53.24
4.25	1645	1469	89.51	5120	2716	53.05
5.25	1647	1476	89.61	5160	2830	54.85

(註) 葉面施肥部份調查 40 株，土壤施肥部份調查 120 株。

Remark: 40 plants have been inspected in the foliar spray treatments; 120 plants in the soil fertilization treatments.

由於葉面噴施藥害嚴重，故噴施二次以後，卽暫予停止，直至該年 9 月 14 日始行第三次噴施，此時鳳梨植株已生長茂盛，定植已滿一年；因植株較大，忍受藥害之能力隨之增强，經連續噴施至第十次 (45 年 12 月 27日) 後之旬日，始發現葉尖漸趨黃枯，尤以加施二縮脲 2%與 3%之處理者最爲嚴重。曾於 46 年 2 月 26 日及 5 月 3 日先後調查二次，所得結果如下：

表（5） 一年生植株連續噴施八次後之藥害調查

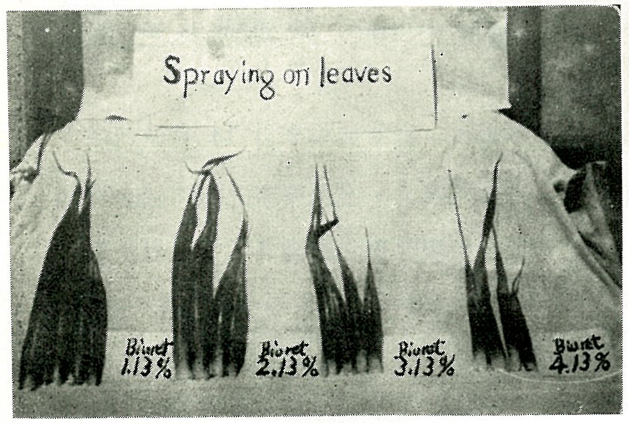
Table 5. Toxic effect of biuret on 1 year old plants after 8 successive foliar sprays

二縮脲濃度別 Biuret content (%)	調查葉數 No. of leaves inspected		葉片平均黃枯長度（公分） Av. length of yellowed part of leaf (cm.)		葉片平均綠色長度（公分） Av. length of green part of leaf (cm.)		葉片平均黃枯率（%） Av. % of yellowed part	
	第一次 1st	第二次 2nd	第一次 1st	第二次 2nd	第一次 1st	第二次 2nd	第一次 1st	第二次 2nd
1.13	347	178	22.0	35.78	49.7	35.05	30.68	50.51
2.13	371	148	24.3	42.41	47.2	29.43	33.98	59.03
3.13	398	162	29.2	46.13	39.9	24.72	42.25	65.10
4.13	341	168	33.4	56.75	36.0	11.69	48.12	82.91

註(1) 第一次調查日期爲 46 年 2 月 26 日，距第十次噴施二月；第二次爲 46年 5 月 3 日，距第十次噴施 18週。
註(2) 第一次每小區調查 2 株，共調查 8 株；第二次調查 1 株，共調查 4 株。
註(3) 植株下部自然發生枯葉不在調查之列。

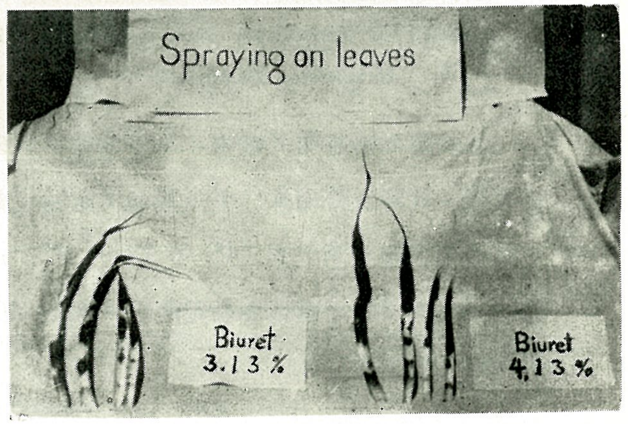
Remarks: (1) Date of 1st inspection: Feb 26, 1957, 2 months after the 10th spray; Date of 2nd inspection: May 3, 1957, 18 weeks after the 10th spray.
(2) 8 plants have been inspected, 2 in each plot, in the 1st inspection; 4 plants have been inspected, 1 in each plot, in the 2nd inspection.
(3) Lower leaves which withered naturally have not been taken into account.

試以表（3）中二縮脲濃度 2.25%、3.25%、4.25% 各處理之葉片黃枯率第一次調查結果分別與表（5）中二縮脲濃度 2.13%、3.13%、4.13% 各處理之葉片黃枯率第一次調查結果相比較，即可見大株於連續噴施八次經過兩月後所表現之藥害，其嚴重程度尙不及幼株於噴施一次經過六週後所表現者。但由多次噴施所累積之藥害，則隨時日之增加而趨於顯著；如噴施後 18 週行第二次調查時，二縮脲濃度 2.13% 者葉面黃枯率已達 59.03%；二縮脲濃度



圖（4） 葉面施肥各處理鳳梨葉片之比較

Fig. 4. Comparison of leaves from plants subjected to different treatments of foliar spray.



圖（5） 高濃度二縮脲使葉片枯萎變白

Fig. 5. Yellowing and wilting of leaves from plants subjected to foliar sprays of high biuret concentration.

3.13% 者，葉面黃枯率則達 65.10%；二縮脲濃度 4.13% 者，葉面黃枯率竟高達 82.91%；均顯較幼株連續噴施二次後之葉害情形（第二次調查結果）爲嚴重，尤以二縮脲濃度高者爲甚；因此之故，乃再度停止噴施，但爲求土壤施肥與葉面噴施之肥料用量相等及顧全將來多數植株之果實產量起見，每小區除於中行選取 5 株繼續噴施以資觀察外，其餘植株則改行土壤施肥，於 46 年 1 月初旬中將應施肥料之餘量一次施下。下表示中行五株繼續噴施多次後之藥害情形：

表（6） 一年生植株葉面噴施各處理植株死亡率（%）

Table 6. Percentage mortality of 1 year old plants subjected to foliar spray

二縮脲濃度別 Biuret content (%)	連續噴施 8 次 After 8 times of successive sprays	連續噴施 16 次 After 16 times of successive sprays
1.13	0.41	0
2.13	8.33	25
3.13	23.75	55
4.13	32.50	90

註(1) 噴施 8 次之死亡率按各處理植株總數 240 株計算。
註(2) 噴施 16 次之死亡率按試驗區中行 5 株計算。
註(3) 調查日期爲 46 年 10 月 1 日。

Remarks: (1) Percentage mortality after 8 successive sprays is calculated on the basis of 240 plants of all 4 treatments.
(2) Percentage mortality after 16 successive sprays is calculated on the basis of 5 plants in the middle rows of the separate plots.
(3) Date of inspection: October 1, 1957.

爲進一步探討植株大小與對藥害抵抗能力之關係，著者等復於試區保護行內，選擇一年半生生長態勢相同之植株 40 株，進行觀察試驗。此等植株過去施用適量硫酸銨及磷鉀肥，從未施用尿素。將 40 株分爲四組，每組 10 株，依照本試驗二縮脲四種施量標準分別處理，每一植株自中心起選定完全綠色之葉片 10 片爲觀察調查之對象。自 46 年 2 月 25 日起至同年 5 月 1 日止連續噴施 10 次（噴施日期見附錄表 2），第一次每組植株全部噴施，第二次以後，每次噴施減少一株，如此可以比較噴施次數與藥害輕重之關係，玆將調查所得結果表列如下：

表 (7) 一年半生植株噴施二縮脲不同濃度及次數與葉片平均黃枯率(%)之關係

Table 7. Yellowing of leaves of 1½ year old plants subjected to different times of foliar sprays with different biuret contents

二縮脲濃度別 Biuret content (%) / 調查次別 Times of inspection / 噴施次數 Times of spray	1.13		2.13		3.13		4.13	
	第一次 1st	第二次 2nd	第一次 1st	第二次 2nd	第一次 1st	第二次 2nd	第一次 1st	第二次 2nd
1	12.31	16.54	9.53	16.33	9.90	13.52	8.83	22.32
2	17.08	24.28	14.63	20.76	17.24	24.46	16.21	21.61
3	14.92	24.74	19.71	24.62	19.73	30.25	19.61	26.88
4	14.33	24.30	21.13	35.11	14.67	31.71	19.98	30.17
5	21.15	32.05	24.97	33.33	22.13	41.58	15.35	26.81
6	17.28	27.30	28.94	43.33	26.22	38.92	26.27	36.58
7	19.18	32.98	25.85	36.13	26.10	40.12	26.77	44.44
8	18.96	26.59	35.24	42.93	45.85	55.15	19.79	42.55
9	27.34	35.94	26.79	38.85	32.05	53.82	34.84	55.11
10	17.33	31.18	28.50	43.99	29.62	55.54	28.49	55.24

註(1) 調查日期第一次 46 年 5 月 28 日，第二次 46 年 7 月 9 日。

註(2) 噴施溶液濃度爲 10%，每株每次尿素用量爲 3 公克。

Remarks: (1) Date of inspection: 1st time May 28, 1957; 2nd time July 9, 1957.

(2) 10% urea solution was used in the spray, 3 g. of urea was applied to each plant each time.

以上表數據與表 (5) 中所列者相比，卽可見前者較後者爲低。玆爲便於比較起見，特將上表中連續噴施八次後之葉片黃枯率與表 (5) 中葉片黃枯率 (亦係連續噴施八次後之結果) 列成一表如下：

表 (8) 一年生與一年半生植株連續噴施不同濃度二縮脲八次後之葉片平均黃枯率

Table 8. Yellowing of leaves of 1 year and 1½ year old plants subjected to 8 times of successive foliar sprays (data obtained from 2nd time of inspection)

二縮脲濃度別 Biuret content (%)	葉片平均黃枯率 (%) (第二次調查結果) Av. % of yellowed part of leaf	
	一年生 1 year old plant	一年半生 1½ year old plant
1.13	50.51	26.59
2.13	59.03	42.93
3.13	65.10	55.15
4.13	82.91	42.55

觀上表可見一年半生植株抵抗藥害之能力更較一年生者爲强，但二縮脲濃度高者，對抽穗結實仍有影響。見下表：

表 (9) 二縮脲濃度對抽穗與結實之影響

Table 9. Effect of biuret concentration on inflorescence and fruiting of plants

二縮脲濃度別 Biuret content (%)	抽穗率* Rate of inflorescence (%)	平均果重 (公斤) Av. wt. of fruit (Kg.)
1.13	100	1.722
2.13	100	1.608
3.13	80	1.692
4.13	70	2.183

* 每一處理調查 10 株。

10 plants have been inspected in each treatment.

由上表觀之，卽使對大株行葉面噴施，尿素中二縮脲之含量亦不宜超過 2%，且應避免連續多次噴施，以防藥害之累積。

2. 二縮脲對鳳梨植株第一次抽穗結實之影響

在鳳梨植株抽穗期之 46 年一月下旬至四月及果實成熟期之六月至八月間，經常隔日觀察試區一次，予以記載，土壤施肥與葉面噴施植株抽穗及果實成熟之情形如下：

表（10） 土壤施肥與葉面噴施 46 年 1—4 月份之抽穗數及抽穗百分率

Table 10. Numbers and percentage rates of inflorescence in different treatments of soil fertilization and foliar spray, January-April, 1957

二縮脲濃度別 Biuret content (%)	一月份 January 葉施 Foliar spray 抽穗數 No.	抽穗率 %	土施 Soil fertilization 抽穗數 No.	抽穗率 %	二月份 February 葉施 Foliar spray 抽穗數 No.	抽穗率 %	土施 Soil fertilization 抽穗數 No.	抽穗率 %	三月份 March 葉施 Foliar spray 抽穗數 No.	抽穗率 %	土施 Soil fertilization 抽穗數 No.	抽穗率 %	四月份 April 葉施 Foliar spray 抽穗數 No.	抽穗率 %	土施 Soil fertilization 抽穗數 No.	抽穗率 %	總計 Total 葉施 Foliar spray 抽穗數 No.	抽穗率 %	土施 Soil fertilization 抽穗數 No.	抽穗率 %
1.13	3	1.4	1	0.3	199	88.6	290	88.3	19	8.6	35	10.8	3	1.4	2	0.6	224	93.33	328	91.11
2.13	0	0	2	0.6	165	89.8	280	85.4	16	8.5	42	12.8	3	1.7	4	1.2	184	76.66	328	91.11
3.13	0	0	2	0.6	130	85.5	298	89.4	17	11.5	30	9.1	5	3.0	3	0.9	152	63.33	333	92.50
4.13	0	0	1	0.3	67	65.9	301	90.7	33	32.5	28	8.4	2	1.6	2	0.6	102	42.50	332	92.22

表（11） 土壤施肥與葉面噴施 46 年 6—8 月份果實成熟數及成熟百分率

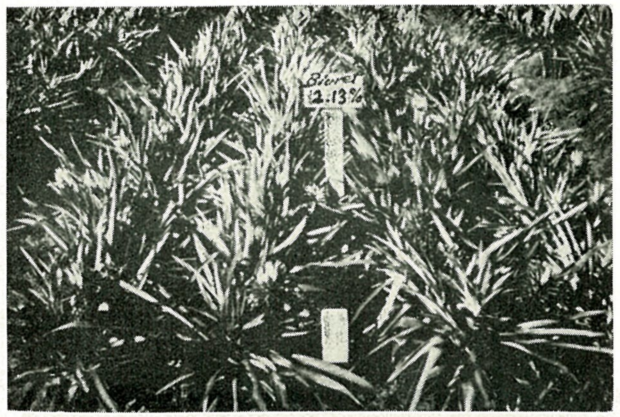
Table 11. Numbers and percentage rates of ripe fruits in the different treatments of soil fertilization and foliar spray, June-August, 1957

二縮脲濃度別 Biuret content (%)	六月份 June 葉施 Foliar spray 成熟數 No.	成熟率 %	土施 Soil fertilization 成熟數 No.	成熟率 %	七月份 July 葉施 Foliar spray 成熟數 No.	成熟率 %	土施 Soil fertilization 成熟數 No.	成熟率 %	八月份 August 葉施 Foliar spray 成熟數 No.	成熟率 %	土施 Soil fertilization 成熟數 No.	成熟率 %	總計 Total 葉施 Foliar spray 成熟果數 No.	土施 Soil fertilization 成熟果數 No.
1.13	5	2.2	3	0.9	205	91.5	305	93.0	14	6.3	20	6.1	224	328
2.13	2	1.1	5	1.5	161	87.5	301	91.8	21	11.4	22	6.7	184	328
3.13	1	0.7	3	0.9	133	87.5	322	96.7	18	11.8	8	2.4	152	333
4.13	0	0	6	1.8	83	81.4	311	93.7	19	18.6	15	4.5	102	332

由上表觀之，葉面噴施者開始抽穗略較土壤施肥者爲晚，在抽穗最旺盛之二月份內，葉面噴施者之抽穗數及其百分率，因尿素中二縮脲含量之增高而降低，而土壤施肥者則無此現象。如就抽穗總數及其百分率比較，則除二縮脲濃度最低之處理外，葉面噴施者均較土壤施肥者爲低；後者各處理間無甚差異，而前者各處理間之差異甚大，二縮脲濃度愈高，抽穗愈少。至就果實成熟數與成熟百分率而言，其情形一如抽穗；在成熟果數最多之七月份內，葉面噴施之植株，其果實成熟百分率因尿素中二縮脲含量之增加而略有降低，而土壤施肥者亦無此現象。總之葉施者抽穗較晚，成熟略遲，顯因植株曾受藥害，光合作用受阻，養分貯運降低，以致發育緩慢，影響結實。

圖（6） 土壤施肥二縮脲濃度 1.13%區植株生長結實情形

Fig. 6. The growth and fruiting of plants in soil fertilization block—1.13% biuret treatment.



圖（7） 土壤施肥二縮脲濃度 2.13%區植株生長結實情形

Fig. 7. The growth and fruiting of plants in soil fertilization block—2.13% biuret treatment.

圖（8） 土壤施肥二縮脲濃度 3.13%區植株生長結實情形

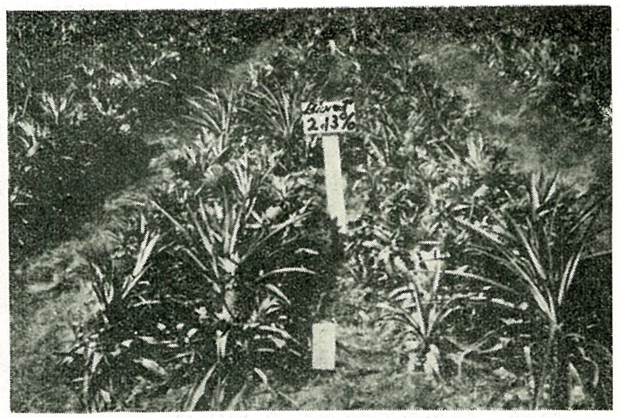
Fig. 8. The growth and fruiting of plants in soil fertilization block—3.13% biuret treatment.

圖（9） 土壤施肥二縮脲濃度 4.13%區植株生長結實情形

Fig. 9. The growth and fruiting of plants in soil fertilization block—4.13% biuret treatment.

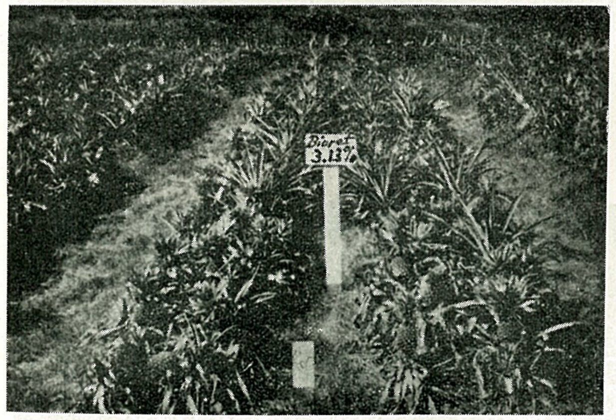
圖（10） 葉面施肥二縮脲濃度 1.13%區植株生長結實情形

Fig. 10. The growth and fruiting of plants in foliar spray block—1.13% biuret treatment.



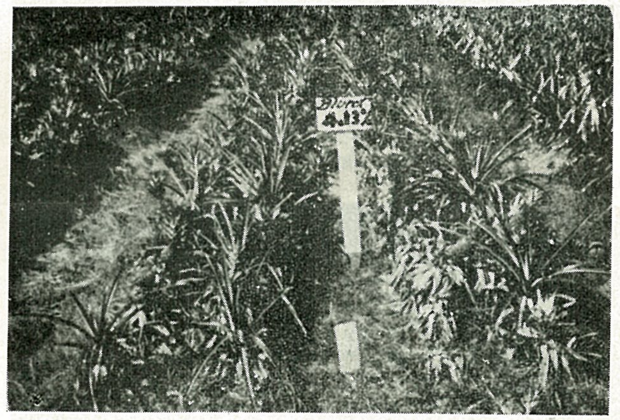
圖（11） 葉面施肥二縮脲濃度 2.13%區植株生長結實情形

Fig. 11. The growth and fruiting of plants in foliar spray block—2.13% biuret treatment.



圖（12） 葉面施肥二縮脲濃度 3.13%區植株生長結實情形

Fig. 12. The growth and fruiting of plants in foliar spray block—3.13% biuret treatment.



圖（13） 葉面施肥二縮脲濃度 4.13%區植株生長結實情形

Fig. 13. The growth and fruiting of plants in foliar spray block—4.13% biuret treatment.

3. 二縮脲對鳳梨果實產量之影響

本試驗區於 46 年夏季第一次採收果實，按每公頃栽植 30,000 株計算，各處理果實產量如下：

表（12） 46 年夏果產量統計　　單位：公斤/公頃

Table 12. Yields of fruits in the summer of 1957　　Unit: Kg./ha.

二縮脲濃度別 Biuret content (%)	1.13	2.13	3.13	4.13
葉面噴施區 Foliar spray	41,320	31,575	23,775	13,375
土壤施肥區 Soil fertilization	55,035	55,750	56,200	54,050

（註） 葉面噴施區處理間差異顯著值： 5%平準＝7,085 公斤/公頃， 1%平準＝10,730 公斤/公頃。

Remark: For the difference among foliar spray treatments:
L.S.D. 5%＝7,085 kg./ha.
L.S.D. 1%＝10,730 kg./ha.

上表數據曾經變方分析，土壤施肥者各處理間差異不著，而葉面噴施者處理間差異極著，其六個差異值均達 5%顯著值以上。此乃顯示土壤施肥時，尿素中二縮脲含量之高低對鳳梨果實產量之豐歉，並無影響，而在葉面噴施時，則以二縮脲含量愈低者愈佳。大體言之，葉面噴施區之產量遠不及土壤施肥區者。故鳳梨施用尿素仍應以土壤施肥為妥，葉面噴施僅可作為一種緊急措施，於必要時（如天旱土壤乾燥無法行土壤施肥時）偶一行之，但仍以對大株施行較為安全。

4. 二縮脲對鳳梨果實品質之影響

二縮脲對果實品質方面之影響，亦因施肥方法而有不同。土壤施肥時，採收果實中肉聲果數約佔 80%以上，其百分率不因二縮脲濃度之高低而大有懸殊；但在葉面噴施時，肉聲果數大減，二縮脲濃度低者，在採收果實中，尚有約 10%之肉聲果，濃度增高至 3%時，則已全為鼓聲果矣。其詳見下表：

表（13） 各處理肉聲果與鼓聲果之統計

Table 13. Numbers and percentage rates of "flesh-sounded" and "drum-sounded" fruits of the dieffrent treatments

施肥別 Treatment / 果別 Quality of fruits / 二縮脲濃度別 Biuret content (%)	土壤施肥 Soil fertilization				葉面噴施 Foliar spray			
	肉聲果 "flesh-sounded"		鼓聲果 "drum-sounded"		肉聲果 "flesh-sounded"		鼓聲果 "drum-sounded"	
	果數 No. of fruits	佔總數之% % of total	果數 No. of fruits	佔總數之% % of total	果數 No. of fruits	佔總數之% % of total	果數 No. of fruits	佔總數之% % of total
1.13	277	82.69	58	17.31	22	9.90	199	90.10
2.13	281	83.38	56	16.62	22	11.70	166	88.30
3.13	276	80.70	66	19.30	0	0	165	100.00
4.13	256	76.19	80	23.81	0	0	123	100.00

（註） 百分率根據各處理採收果實總數計算。

Remark. The percentage rates are calculated on the basis of the total number of harvested fruits of the different treatments.

再就果實大小而論，土壤施肥與葉面施肥者顯有差別，玆列表比較如次：

表（14） 土壤施肥與葉面施肥各處理果實個體之平均重量　　單位：公斤

Table 14. Average weight of individual fruit of the different treatments Unit: Kg.

處理 Treatment	二縮脲濃度別 Biuret content (%)			
	1.13	2.13	3.13	4.13
土壤施肥 Soil fertilization	1.9892	1.9858	1.9719	1.9307
葉面施肥 Foliar spray	1.4957	1.3436	1.1526	0.8700

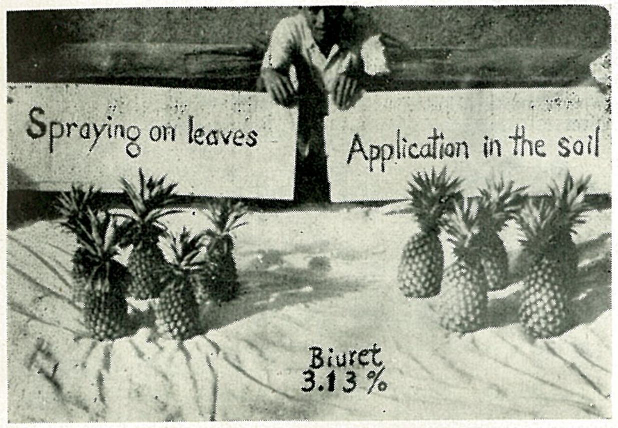
圖（14） 土壤施肥與葉面施肥果實個體大小之比較（二縮脲濃度1.13%處理）

Fig. 14. Comparison of size of fruits from soil fertilization and foliar spray blocks —1.13% biuret treatment.

圖（15） 土壤施肥與葉面施肥果實個體大小之比較（二縮脲濃度2.13%處理）

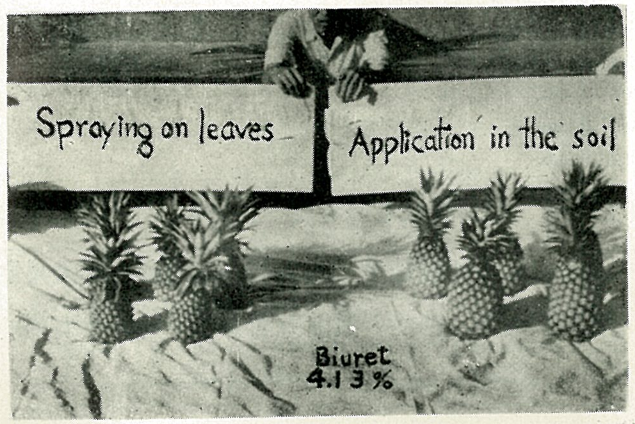
Fig. 16. Comparison of size of fruits from soil fertilization and foliar spray blocks —2.13% biuret treatment.

一般言之，土壤施肥者各處理果實個體重量均較葉面施肥者爲大，但處理間之差異極微；葉面施肥處理間差異較大，尤以施用二縮脲濃度較高者果重劇減。如按規定標準分級，則土壤施肥者一等品最多，平均達總數之80%以上，各等品之百分率不因二縮脲濃度高低而過度懸殊，且在全部採收果實中，無一爲格外品者；但葉面施肥區採收果實中，則以二、三等品爲最多，格外品亦不在少，尤以二縮脲濃度較高者爲甚，其濃度最高者，竟無一爲一等品者矣。各等品之百分率見下表：



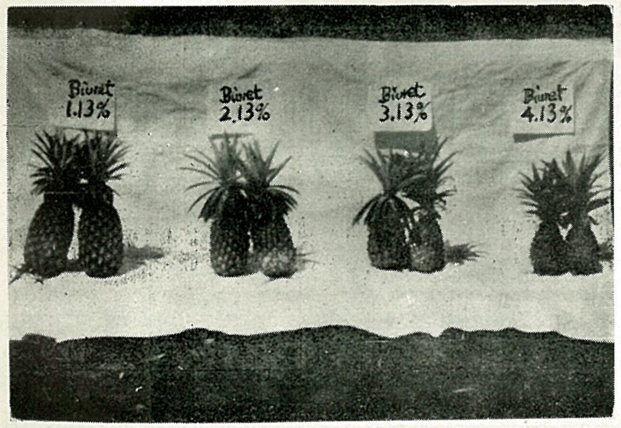
圖（16） 土壤施肥與葉面施肥果實個體大小之比較（二縮脲濃度3.13%處理）

Fig. 16. Comparison of size of fruits from soil fertilization and foliar spray blocks —3.13% biuret treatment.



圖（17） 土壤施肥與葉面施肥果實個體大小之比較（二縮脲濃度4.13%處理）

Fig. 17. Comparison of size of fruits from soil fertilization and foliar spray blocks—4.13% biuret treatment.



圖（18） 葉面施肥各處理果實個體大小之比較

Fig. 18. Comparison of size of fruits from different plots of foliar spray treatments.

表 (15) 各等級果實之百分率

Table 15. Percentage rates of fruits of the different grades

二縮脲濃度別 Biuret content (%) \ 施肥別 Treatment / 果實等級 Grade	土壤施肥 Soil fertilization				葉面噴施 Foliar spray			
	一等 I %	二等 II %	三等 III %	格外 Under grade %	一等 I %	二等 II %	三等 III %	格外 Under grade %
1.13	88.1	11.0	0.9	0	37.1	44.3	14.5	4.1
2.13	84.5	14.9	0.6	0	14.3	46.3	29.8	9.6
3.13	82.4	15.8	1.8	0	7.9	32.1	41.8	18.2
4.14	79.5	19.4	1.1	0	0	7.3	57.7	35.0

註(1) 百分率根據各處理採收果實總數計算。
註(2) 鳳梨果實分級標準如次：
一等品　果徑　13 公分以上。
二等品　果徑　11 公分以上。
三等品　果徑　9 公分以上。
格外品　果徑　9 公分以下。

Remarks: (1) The percentage rates are calculated on the basis of the total number of fruits harvested in each of the treatments.
(2) The standard of grading of fruits is shown as follows:

Grade	Diameter of fruit
I	over 13 cm.
II	over 11 cm.
III	over 9 cm.
undergrade	below 9 cm.

由上表可見土壤施肥者，一等品果實有隨二縮脲濃度增高而減少之趨勢，二等品果實則同時有加多之趨勢，但處理間之差異尚不過大；葉面噴施者，二縮脲濃度愈高，則大果愈少，小果愈多，處理間差異甚著。此外，在果實比重、糖度、酸度方面亦有不同，玆表列於次：

表 (16) 各處理果實之比重、糖度與酸度

Table 16. Specific gravity, sugar content and acidity of fruits of the different treatments

二縮脲濃度別 Biuret content (%)	平均比重 Av. sp. gr.		平均糖度 (Brix) Av. sugar content		平均酸度 (g./100c.c.) Av. acidity	
	土施 Soil fertilization	葉施 Foliar spray	土施 Soil fertilization	葉施 Foliar spray	土施 Soil fertilization	葉施 Foliar spray
1.13	1.030	1.006	13.43	10.01	0.536	0.838
2.13	1.039	1.000	13.71	9.98	0.552	0.698
3.13	1.031	1.017	13.94	9.49	0.595	0.892
4.13	1.025	1.007	13.98	8.48	0.537	1.128
平均 Mean	1.031	1.007	13.76	9.49	0.555	0.887

註(1) 檢定果實爲 46 年 7 月成熟之夏果。
註(2) 土壤施肥各處理爲 30 個果實之平均值，葉面噴施各處理爲 20 個果實之平均值。

Remarks: (1) The fruits inspected were summer fruits harvested in July, 1957.
(2) The figures under "soil fertilization" are averages of 30 fruits, figures under "foliar spray" are averages of 20 fruits.

就土壤施肥與葉面噴施之果實品質比較，前者平均比重較大，平均糖度較高，平均酸度較低。如單就土壤施肥者而言，二縮脲濃度愈高，果實比重漸小，但糖度則漸增高。葉面噴施者果實比重之大小，似與二縮脲濃度無關，但糖度隨二縮脲濃度之增加而降低，酸度隨二縮脲濃度之增加而升高。

在果肉色澤方面，土壤施肥者均爲深黃色，不因二縮脲濃度不同而有差異。但葉面噴施者果肉色澤之深淺，則因二縮脲濃度而異。見下表：

表 (17) 葉面噴施各處理果實之果肉色澤

Table 17. Color of fruit flesh of the different treatments of foliar spray

二縮脲濃度別 Biuret content (%)	佔果實總數中之 % % of the total number of fruits		
	深黃色 Deep yellow	淺黃色 Light yellow	白色 White
1.13	46.1	38.5	15.4
2.13	0	66.7	33.3
3.13	0	16.7	83.3
4.13	0	0	100.0

註(1) 檢定果實爲 46 年 7 月成熟之夏果。
註(2) 各處理爲 20 個果實之平均值。

Remarks: (1) The fruits inspected were harvested in July, 1957.
(2) The figures are averages of 20 fruits.

二縮脲濃度低者，白色果肉者較少，深黃色者較多；濃度愈高，則白色果肉者愈多，經濟價值愈低；濃度達 4%時，則已全爲白色果肉者矣。

適度之糖度以及悅目之色澤應爲優良果實所必備，由上列兩表紀錄觀之，亦可見葉面噴施者之果實品質確較土壤施肥者爲遜，故葉面噴施宜謹愼從事。

5. 二縮脲之殘餘影響

本試驗於 46 年夏果採收之後，爲進一步探究二縮脲之殘餘影響，特將試區保留宿根，繼續進行觀察試驗二年，每株年施三要素量定爲 8—2—8 公克，氮肥全部改用硫酸銨行土壤施肥，磷鉀肥料種類同前。玆將 47、48 兩年各處理果實收量表列如次：

表 (18) 47、48 兩年葉面及土壤施肥區各處理之果實產量 單位：公斤/公頃

Table 18. The fruit yields of the different treatments in 1958 and 1959 Unit: Kg./ha.

試區原施二縮脲濃度 Biuret content(%) previously applied / 施肥法 Method of fertilization / 年度 Year	1.13		2.13		3.13		4.13	
	葉施 Foliar	土施 Soil	葉施 Foliar	土施 Soil	葉施 Foliar	土施 Soil	葉施 Foliar	土施 Soil
47	26050	30510	25850	37825	18725	29440	20287	30415
48	20612	30215	20350	28300	16987	24915	11975	25590
合計 Total	46662	60725	46200	66125	35712	54355	32262	56005

(註) 47 年土壤施肥處理間差異顯著值： 5%平準=8,698公斤/公頃，1%平準=12,046公斤/公頃。

47 年葉面施肥處理間差異顯著值： 5%平準=6,453公斤/公頃，1%平準=9,772公斤/公頃。

48 年土壤施肥處理間差異顯著值： 5%平準=5,897公斤/公頃，1%平準=8,167斤公/公頃。

48 年葉面施肥處理間差異顯著值： 5%平準=6,064公斤/公頃，1%平準=9,182公斤/公頃。

Remarks: (1) For soil fertilization treatments, 1958: L.S.D. 5%=8,698kg./ha., L.S.D. 1%=12,046 kg./ha.

(2) For foliar spray treatments, 1958: L.S.D. 5%=6,453 kg./ha., L.S.D. 1%=9,772 kg./ha.

(3) For soil fertilization treatments, 1959: L.S.D. 5%=5,897 kg./ha., L.S.D. 1%=8,167 kg./ha.

(4) For foliar spray treatments, 1959: L.S.D. 5%=6,064 kg./ha., L.S.D. 1%=9,182 kg./ha.

由47、48兩年收量統計分析結果獲知土壤施肥者處理間差異均不顯著，葉面施肥者處理間差異表現，各年頗不一致，在47年內，以過去施用二縮脲 3.13%者之果實收量最低。在48年內，則以過去施用二縮脲 4.13%者之果實收量最低，與施用二縮脲1.13%及2.13%者相較，均臻顯著。就常理推論，行土壤施肥者，二縮脲對第一次果實收量既未發生影響(參見表12)，則對以後各次果實收量，當亦不致再有影響。至於葉面施肥者，47、48 兩年各處理間所顯示之差異雖不一致，但總以過去施用二縮脲濃度較高者果實產量較低。就47、48兩年果實總收量而言，亦遠較土壤施肥者爲低。由此觀之，二縮脲具有殘餘影響，殆無疑問。二縮脲本爲氮素化合物之一種，在其未分解前，固具毒性，而在其分解轉化之後，毒性消失，植物仍可利用，一如其利用普通氮肥者然；倘或具有殘餘毒性，亦當隨時日之延長而逐漸減輕以至消失，即濃度愈高者，毒性消失應愈遲；但就葉面施肥區果實收量觀之，47年之紀錄中，反以過去施用二縮脲濃度 3.13 %者最低，實與常理相違背。吾人如以 48 年果實產量與47年者比較，可見無論葉面或土壤施肥， 48 年者均較 47 年者爲低，此爲任何宿根作物生長之自然現象。第二次宿根鳳梨植株生長情形多難一致，因而第三次果實產量低落，已不正常（此爲目前栽培鳳梨者採用四年二作之主要原因）， 故處理間即有差異，當係由於自然因素者居多，不應諉之於二縮脲之殘餘毒性。吾人推其原因，認爲二縮脲對第二、第三兩作之

鳳梨植株，雖無直接殘餘毒性之可言，但在第一作時，葉面施肥區之鳳梨植株，確曾遭受二縮脲之藥害。根據過去試驗結果，吾人獲知芽體產量與果重成正相關，凡果實豐產者，芽體發生亦多。如前所述，葉面施肥者果產量顯著降低，芽體產量自必減少。當 46 年夏果採收之後，吾人曾就此點加以調查，益證其說之不謬。故可斷言藥害作用，乃直接及於母株而間接影響芽體者。由於試區保留宿根關係，故除裔芽外，所採吸芽與塊莖芽僅爲各處理保留後繼芽體後之多餘芽體，並非各處理之實際數字；冠芽係從採收果上取得，其數與果數相同。玆將土壤與葉面施肥各處理芽體發育情形分別列表比較於次：

表 (19) 土壤施肥與葉面施肥全區各處理芽體產量比較 單位：公斤

Table 19. The yields of buds of the different treatments Unit: Kg.

芽別 Kinds of bud / 施肥別 Method of fertilization / 二縮脲濃度別 Biuret content (%)	冠芽 Crown		裔芽 Slip		吸芽 Sucker		塊莖芽 Ratoon	
	土施 Soil	葉施 Foliar	土施 Soil	葉施 Foliar	土施 Soil	葉施 Foliar	土施 Soil	葉施 Foliar
1.13	75.46	42.79	512.10	131.40	98.80	29.55	11.00	1.70
2.13	77.91	38.35	474.60	86.80	105.90	13.00	13.55	1.85
3.13	78.90	32.58	504.40	54.10	96.50	5.25	10.10	1.35
4.13	76.67	22.33	451.80	21.90	105.90	1.01	15.00	0.80

(註)土壤施肥區爲六小區之產量，葉面施肥區爲四小區之產量。

Remark: The figures under "soil" are total yields of 6 plots, those under "foliar" are total yields of 4 plots.

表 (20) 土壤施肥全區各處理各種芽體數及其個體平均重量 單位：公克

Table 20. The numbers of buds and average weights of individual bud in the different soil fertilization treatments Unit: Gm.

二縮脲濃度別 Biuret content (%)	冠芽 Crown		裔芽 Slip		吸芽 Sucker		塊莖芽 Ratoon	
	個數 No. of buds	個體重量 Av. wt. of indv. bud	個數 No. of buds	個體重量 Av. wt. of indv. bud	個數 No. of buds	個體重量 Av. wt. of indv. bud	個數 No. of buds	個體重量 Av. wt. of indv. bud
1.13	335	225.2	754	679.2	119	830.3	17	647.1
2.13	337	231.2	734	646.6	124	854.0	16	846.9
3.13	342	230.7	763	661.1	119	810.9	17	594.1
4.13	336	228.2	701	644.5	128	827.3	19	789.5

表（21）葉面施肥全區各處理各種芽體數及其個體平均重量　　單位：公克

Table 21. The numbers of buds and average weights of individual bud in the different foliar spray treatments　　Unit: Gm.

二縮脲濃度別 Biuret content (%)	冠芽 Crown		裔芽 Slip		吸芽 Sucker		塊莖芽 Ratoon	
	個數 No. of buds	個體重量 Av. wt. of indv. bud	個數 No. of buds	個體重量 Av. wt. of indv. bud	個數 No. of buds	個體重量 Av. wt. of indv. bud	個數 No. of buds	個體重量 Av. wt. of indv. bud
1.13	221	193.6	411	319.7	55	537.3	2	850.0
2.13	188	204.0	316	274.7	26	500.0	4	462.5
3.13	165	197.4	232	233.2	14	375.0	5	270.0
4.13	123	181.5	103	212.6	6	168.3	1	800.0

就以上各表所列數據比較，各種芽體產量均以土壤施肥區者爲多；冠芽、裔芽及吸芽之個體重量亦以土壤施肥區者較大；至於塊莖芽因採收甚少，故其個體平均重量差異懸殊，未足據以論斷。在鳳梨各種芽體中，吸芽爲保留宿根用之主要芽體，其强健與否，與母株生長態勢之强弱有關。母株行葉面施肥者，曾受二縮脲之藥害，故其吸芽個體遠較土壤施肥者爲輕，即以全試區吸芽採收總數而言，亦以葉面施肥者爲少；在土壤施肥區中，各處理吸芽數及個體重量間之差異極微，而在葉面施肥區中，無論芽數及個體重量，處理之間差異甚著，二縮脲濃度愈高，芽數愈少，芽體愈輕，顯係由於母株曾受二縮脲藥害之影響。吾人雖無法測知生長田間留作後繼芽體之吸芽實際重量，但由採收之吸芽平均個體重量類推，實不難想見葉面施肥區中留作後繼芽體之吸芽，當較土壤施肥區中者爲輕。任何作物如無健碩之幼苗，必無良好之收穫，鳳梨自不例外，故 47、48 兩年葉面施肥區果實收量之低落，乃爲理所當然者。

母株遭受藥害因而影響芽體發育之情形，表現於裔芽方面者尤爲顯著，在土壤施肥區各處理間，裔芽總數及個體重量無大差異，而在葉面施肥區中，不僅芽數及個體重量遠遜於土壤施肥區者，且處理間之差異亦大。按裔芽爲繁殖用之主要芽體，栽培鳳梨者爲其長期利益着想，欲得良好之裔芽，以供繁殖，自應重視良好母本之培養。故葉面施肥應絕對避免使用二縮脲含量較高之尿素，以免果實及芽體發育同受其害。

母株遭受藥害影響冠芽發育之程度，不如裔芽之嚴重。通常冠芽之適當重量約爲 200 公克，本試驗葉面施肥區採收之冠芽，重量多在 180—200 公克之間，仍較土壤施肥區採收者爲輕，且以施用二縮脲濃度最高者爲最輕。

綜上所述，吾人可以確信二縮脲對芽體之影響，並非直接由於其殘餘毒性，僅因母本遭受藥害，影響芽體之發育而已。

四、摘要與結論

本試驗爲臺灣省農業試驗所鳳山熱帶園藝試驗分所與臺灣肥料公司合作舉辦，試驗區設於鳳山分所之內，試驗之目的在探討尿素肥料中二縮脲含量對鳳梨之藥害影響，俾以所得結果供鳳梨栽培者及肥料工業方面之參考。

本試驗分爲兩部份，一行土壤施肥，另一除土壤施肥外並行葉面噴施。三要素用量按 4：1：4 比例，每株年施氮素 16 公克，磷酐 4 公克，氧化鉀 16 公克。所用氮肥爲尿素，磷肥爲普通過磷酸鈣，鉀肥爲氯化鉀。施肥處理有四：①尿素不另加二縮脲，②尿素另加 1%二縮脲，③尿素另加 2%二縮脲，④尿素另加3%二縮脲。所用二縮脲爲化學純品。土壤施肥區爲隨機區組設計，六重複，共 24 小區；葉面施肥區爲拉丁方設計，共 16 小區。小區面積爲 25.6 平方公尺（8×3.2 公尺），栽植鳳梨四行，每行 15 株，共 60 株，全試區栽植鳳梨總數爲 2,400 株。

試驗區鳳梨係於民國四十四年九月初旬定植，於四十六年夏採收第一次果實。其後保留試區，以宿根連作二次，照習慣施肥，改用硫酸銨代替尿素，以觀察二縮脲對鳳梨之殘餘影響。本報告詳論五年試驗所獲之成果，玆摘述其大要於次：

1. 以尿素行土壤施肥時，二縮脲含量高低對鳳梨植株之生長並無藥害反應，無論就株高、葉長、葉數、抽穗率、果實成熟遲早、果實收量多寡、果實等級與品質及芽體發育等方面比較，二縮脲濃度處理之間均無明顯差異。

2. 由實地試驗結果，獲知葉面施肥時鳳梨植株所能忍受之尿素溶液濃度，因植株大小、用量多少及噴施時間、次數等而有差異。安全之葉面噴施濃度以 10%爲宜，如灌於株莖頂端幼葉，則以不超過 5%爲宜。

3. 鳳梨植株因葉面噴施尿素溶液所引起之藥害，因二縮脲濃度高低而有差異，濃度愈高，藥害愈重。植株愈小或噴施次數愈多，藥害愈著。藥害輕微者葉尖黃枯，嚴重者葉面黃枯，逐漸擴大，最嚴重時可使全株死亡。

4. 二縮脲濃度如超過 2%，噴施於半年生幼株一次後，經過六週，即現藥害，葉面平均黃枯率達 50%。但對一年生之大株，雖連續噴施八次，經過兩月，始現藥害，葉面平均黃枯率約達 34%；再經十週，黃枯率增至 59%，顯示多次噴施累積之藥害，可歷久而愈著。

5. 一年生植株連續噴施 16 次後，二縮脲濃度 1.13%者未引起嚴重藥害，植株尚能生育；濃度 2.13%者有 25%之植株死亡；濃度 3.13%者有 55%之植株死亡；濃度 4.13%者有 90%之植株死亡。

6. 一年半生之植株忍受二縮脲藥害之能力更較一年生者為強，但當二縮脲濃度達 3%時，抽穗率仍然降低，果實成熟期稍為延遲，惟對果實個體之大小並無影響。

7. 植株行葉面噴施者，開始抽穗略較土壤施肥者為晚，成熟亦略遲，果實產量、等級與品質均隨二縮脲濃度之增高而顯著降低。

8. 一般而言，葉面施肥區果實產量低於土壤施肥者，二縮脲濃度愈高，產量愈低。

9. 植株行土壤施肥者，在採收果實中，肉聲果之比率平均達 80%；葉面噴施二縮脲濃度較低者，肉聲果之比率平均約達 10%，二縮脲濃度達 3%時，即全為鼓聲果。

10. 植株行土壤施肥者，果實平均重量在 1.9 公斤以上，二縮脲濃度處理之間無甚差異；植株行葉面施肥者，果實平均重量因二縮脲濃度高低而懸殊，濃度最低者（1.13%）果重約為 1.5 公斤，濃度最高者（4.13%）果重僅為 0.87 公斤。

11. 植株行土壤施肥者，採收果實中以一等品為最多，平均達 80%以上；葉面施肥區之果實以二、三等品為最多；二縮脲濃度1.13%者，一等品果數尚有總數之37%；二縮脲濃度 3.13%者，一等品果數降至 7.9%；二縮脲濃度達 4%時，一等品果實即告絕跡。

12. 植株行土壤施肥者，果實平均糖度達 13.76 Brix ，二縮脲濃度較高者，糖度亦略高。植株行葉面施肥者，果實平均糖度僅為 9.49 Brix，二縮脲濃度愈高，糖度愈低，酸度愈高。

13. 植株行土壤施肥者，不論二縮脲濃度高低，果肉均為深黃色。植株行葉面施肥者，果肉色澤因二縮脲濃度高低而不同；濃度最低處理（1.13%）之果實中，尚有約 46%具深黃色果肉；濃度漸次增高，果肉色澤亦漸變淺黃以至白色；當濃度達 4%時，全部果實之果肉均為白色。

14. 植株行土壤施肥者，二縮脲濃度高低對各種芽體之發育，均無明顯差異，芽體生長正常。植株行葉面施肥者，芽體產量遠較土壤施肥者為低，二縮脲濃度愈高，芽數愈少，芽體愈小。

15. 二縮脲對芽體之影響，並非直接由於其殘餘毒性，而係母株遭受藥害，以致影響芽體之發育。

16. 由試驗結果，證明芽體產量與果實產量有正相關，果產量高者芽體亦多，果產量低者芽體亦少。

17. 如前所述，因施肥方法不同，影響第一次果實產量及芽體發育，而由於後繼芽體生態強弱不同，遂更影響第二、第三次果實產量。

18. 植株行土壤施肥者，從第二、第三次果實收量統計，未見以前所施二縮脲不同濃度間有何顯著之差異。植株行葉面施肥者，第二、第三次果實收量均遠較土壤施肥者為低，凡以前施用二縮脲濃度達 3%者，果實產量均顯著減少。

19. 由本試驗結果之啓示，鳳梨葉面施肥用之尿素中二縮脲含量，愈低愈佳。

20. 為安全起見，生長未滿一年之鳳梨植株，應避免葉面施肥；一年以上之植株，亦不宜連續多次噴施。本試驗證明鳳梨施用尿素，仍以土施為妥，惟遇天旱土壤缺乏水分時，偶行適量噴施一次，可迅速促進植株之生長；故葉面噴施可視為最佳之緊急施肥方法，宜與土壤施肥配合實行，以發揮其功效。

21. 肥料製造業者應竭力降低尿素中二縮脲含量，以便適合多種園藝作物之需要。

Experiment on the Toxic Effect of Biuret Content in Urea on Pineapple Plants

Pan Kang-ya[1] Lee Chah-ching[2]

Summary

The experiment was conducted in Fengshan Tropical Horticultural Experimental Station, Taiwan Agricultural Research Institute in cooperation with Taiwan Fertilizer Co. from 1955 to 1959. The purpose of the experiment is to find the relation of toxicity on pineapple plants with different contents of biuret in urea. It is expected that the experimental results will be of some value to pineapple growers as well as to fertilizer producers.

The experiment consists of two parts, viz., soil fertilization and foliar spray subsequent to soil fertilization. There are 4 treatments each using equal amount of urea with different contents of 0, 1%, 2%, and 3% added chemical pure biuret. The urea used is imported Japanese product which originally contains more or less biuret (See remarks of Table 1 in Appendix). The soil fertilization plots were laid out at randomized blocks of 6 replications, totalling 24 plots. Similar treatments for foliar spray were conducted in plots arranged in Latin square of 4 replications, totalling 16 plots. Each plot with an area of 25.6 sq.m. (8 m.×3.2m.) was planted to 4 rows each 15 plants of pineapple, totalling 60 plants. The amount of nutrient elements for each plant per year is N—16 g., P_2O_5—4 g., K_2O—16 g. provided by urea, calcium superphosphate and potassium chloride respectively.

The pineapple plants were planted in September, 1955, harvested for the first time in summer of 1957. Since then, the experimental plots were reserved for ratooning till the end of 1959, and ammonium sulfate was used in the usual way instead of urea, the purpose being to observe the residual effect of biuret to the second and third yields of the pineapple plants. The results of the 5 year experiment are summarized as follows:

1. In the case of soil fertilization, no toxic effect of biuret on the growth of pineapple plants was observed regardless of different biuret contents. There was no significant difference among the different treatments with respect to plant height, leaf length, number of leaves, percentage of inflorescence, period of fruit ripening, yield, quality and grade of fruits, growth of buds, etc.

2. In the case of foliar spray, the concentration of urea solution which the pineapple plant can tolerate varied according to the age of plant, the amount of spray and times of spraying. 10% urea solution was proved to be safe to the plants, but when the solution was directly poured to the young terminal leaves, it was better to use 5% instead.

3. The toxic effect of foliar spray varies proportionally to the biuret content of urea solution and also to the age of plant and times of spraying—the higher the concen-

(1) Specialist, Fengshan Tropical Horticultural Experiment Station.
(2) Chief, Extension Dept., Taiwan Fertilizer Co.

tration, the younger the plant and the more times of spraying, the more serious is the damage. In case of light toxicity, the tips of leaves became yellow, while in case of severe injury, there were enlarged yellow areas on the leaves, and in most severe case the plant might eventually die.

4. When solution of urea with more than 2% biuret content was applied once on half year old plants, signs of injury were observed after an elapse of 6 weeks after spraying. The area of yellowing on leaf averaged 50% of the total area of leaf. When the same solution was applied on one year old plants, signs of injury were not observed until 2 months after 8 times of spraying. The average area of yellowing on leaf amounted to 34% of the total area of leaf and gradually increased to 59% after 10 more weeks, thus obviously showing that toxicity was enhanced by accumulative effect of repeated spraying.

5. After 16 times of spraying on one year old plants, no evident signs of injury were observed and the sprayed plants continued to grow normally when solution of urea with 1.13% biuret was used. There was 25% mortality of the plants when solution of urea with 2.13% biuret was used, 55% and 90% mortality when those with 3.13% and 4.13% biuret were respectively used.

6. The one and half year old plants showed apparently stronger resistance to biuret toxicity than did the one year old plants; but the percentage of inflorescence rather reduced when the biuret content in urea amounted to 3%. The ripening of fruit somewhat delayed, but there was no effect on the size of individual fruit.

7. The plants subjected to foliar spray began flowering late and also their fruit ripening delayed as compared to those plants subjected to soil fertilization. The fruit yield declined and quality impaired as the biuret content increased.

8. The average fruit yield of the foliar spray treatments is generally lower than that of the soil fertilization treatments. The yield decreases as the biuret content increases.

9. The number of "flesh-sounded" fruits averaged 80% of the total number of harvested fruits in the soil fertilization treatments, while averaged as low as 10% in the foliar spray treatments in the cases of lower biuret contents. But in the case of 3% or more biuret content, the fruits were all "drum-sounded".

10. In the case of soil fertilization, the average weight of individual fruit is over 1.9 kg., there was no significant difference with respect to the different biuret contents. In the case of foliar spray, the average weight of individual fruit varied considerably according to biuret content in urea, being 1.5 kg. in the case of 1.13% biuret, 0.87 kg. in the case of 4.13% biuret.

11. In the case of soil fertilization, more than 80% of the total number of harvested fruits are of first grade. In the case of foliar spray, most of the harvested fruits are of 2nd and 3rd grades. The number of 1st grade fruits amounted to 37% of the total in 1.13% biuret treatment, reduced to. 7.9% of the total in 3.13% biuret treatment, and further to nil in 4.13% biuret treatment.

12. In the case of soil fertilization, the average sugar content of pineapple juice is

13.76 Brix, which increases slightly as the biuret content increases. In the case of foliar spray, the average sugar content of fruit juice is only 9.49 Brix, which decreases as the biuret content increases; while the reverse is true of the acidity of juice.

13. In the case of soil fertilization, the fruit flesh is relatively deep yellow in color regardless of the difference in biuret content. In the case of foliar spray, the color of fruit flesh varies according to the biuret content of urea. There is 46% of the total number of fruits having deep yellow color in the 1.13% biuret plots, the rate apparently decreases and the number of fruits having pale yellow to whitish flesh increases as biuret content increases. All fruits have white flesh when the biuret content amounts to 4.13%.

14. In the case of soil fertilization, the buds grow normally and there is no significant difference in their development regardless of the difference in biuret content. In the case of foliar spray, the yield of buds is far less than usual, the average number of buds per plant decreases and the average size of buds becomes smaller as biuret content increases.

15. The inhibition on the growth of buds is attributed not directly to the residual toxicity of biuret previously applied, but rather to the physiological injury of the mother plants which themselves have suffered biuret toxicity.

16. According to the experimental results, the yield of buds is directly correlated with fruit yield, i. e., the former increases or decreases as the latter increases or decreases.

17. As previously indicated, the yields of fruits in the first harvest vary considerably with different methods of fertilization. The condition of growth and development of the succeeding buds, which is much correlated to the previous yield of fruits, consequntly affect the fruit yields of the second and third harvests.

18. In the case of soil fertilization, no significant difference of the fruit yields among the previous treatments could be found in the second and third harvests. In the case of foliar spray, the fruit yields of the second and third harvests are far less than the corresponding yields of the soil fertilized plants. The yield reduced markedly in the treatments where spray solution of urea with 3% or more biuret content had been previously applied.

19. The experimental results show evidently that the biuret content in the urea used for foliar spray is the lower the better.

20. For safety sake, foliar spray should not be applied on pineapple plants under one year old, and even for plants over one year old, too much successive spraying should be avoided. It is the proper way to apply urea in the soil, foliar spray is not quite neccessary only when there is apparent want of water in the soil in drought season, whereby plants may be invigorated by spraying dilute urea solution. To match soil fertilization, foliar spray can hence be regarded as a best emergent remedy for plants undergoing drought.

21. It is expected that urea producers should make best of their effort to reduce the biuret content of urea in order to meet the requirement of the fertilization of various horticultural crops.

附 錄

Appendix

附表 1. 尿素及二縮脲之葉面噴施記載

Table 1. Dates of foliar sprays on the experimental plots

噴施次數 Times of application	噴施溶液濃度 Conc. of urea solution (%)	噴施日期 Dates of application	每株尿素用量 (公克) Amount of urea applied per plant (Gm.)	尿素原含二縮脲量 Original biuret content in urea (%)
1	10	45年 4月 2日 Apr. 2, 1956	3	2.25
2	10	5月25日 May 25, 〃	3	2.25
3	5	9月14日 Sept. 14, 〃	1.5	2.25
4	10	11月 9日 Nov. 9, 〃	3	1.13
5	10	11月21日 Nov. 21, 〃	3	1.13
6	10	11月29日 Nov. 29, 〃	3	1.13
7	10	12月 6日 Dec. 6, 〃	3	1.13
8	10	12月13日 Dec. 13, 〃	3	1.13
9	10	12月20日 Dec. 20, 〃	3	1.13
10	10	12月27日 Dec. 27, 〃	3	1.13
11	10	46年 2月15日 Feb. 15, 1957	3	1.13
12	10	3月21日 Mar. 21, 〃	3	1.13
13	10	3月28日 Mar. 28, 〃	3	1.13
14	10	4月 4日 Apr. 4, 〃	3	1.13
15	10	4月11日 Apr. 11, 〃	3	1.13
16	10	4月18日 Apr. 18, 〃	3	1.13
17	10	4月25日 Apr. 25, 〃	3	1.13
18	10	5月 2日 May 2, 〃	2.4	1.13

註(1) 尿素肥料原含二縮脲爲 2.25%，本試驗第一次至第三次各處理之二縮脲濃度爲：① 2.25%，② 3.25%，③ 4.25%，④ 5.25%。

註(2) 自 45 年 11 月 9 日以後，因尿素肥料中二縮脲含量降低，故各處理之二縮脲濃度爲：①1.13%，②2.13%，③ 3.13%，④ 4.13%。

註(3) 自第一次至第十次均爲全區噴施，第十一次以後，則每處理僅噴施中行 5 株，其餘植株行土壤施肥。

Remarks: (1) The urea used originally contains 2.25% biuret; the biuret contents of the 1st to 3rd applications are therefore 2.25%, 3.25%, 4.25% and 5.25%.

(2) The urea later used since Nov. 9, 1956 contains 1.13% biuret; the biuret contents of the subsequent applications are therefore 1.13%, 2.13%, 3.13% and 4.13%.

(3) The 1st to 10th sprays were applied on the whole plots, subsequent sprays from 11th were applied only to 5 plants in the middle rows of each plot, the remaining being left fertilized in the soil.

附表 2. 鳳梨大株噴施記載

Table 2. Times of foliar sprays on the grown up plants which were previously fertilized with ammonium sulfate

噴施次數 Times of application	噴施日期 Date of application	噴施株數 No. of plants sprayed
1	46年 2月25日 Feb. 25, 1957	40
2	3月 4日 Mar. 4, 〃	36
3	3月11日 Mar. 11, 〃	32
4	3月19日 Mar. 19, 〃	28
5	3月26日 Mar. 26, 〃	24
6	4月 2日 Apr. 2, 〃	20
7	4月 9日 Apr. 9, 〃	16
8	4月17日 Apr. 17, 〃	12
9	4月24日 Apr. 24, 〃	8
10	5月 1日 May 1, 〃	4

註 (1) 植株栽植日期爲 44 年 9 月。

註 (2) 第一次噴施時各處理之植株生育情勢相同，已孕花穗，尙未抽出。

註 (3) 尿素中原含二縮脲量爲 1.13%。

註 (4) 噴施液濃度 10 %，每株每次尿素施量 3公克（卽 30 c.c.溶液）。

Remarks: (1) The pineapple plants were planted in September, 1955.

(2) The pineapple plants of all treatments were in the same growth condition not yet flowering when the 1st spray was applied.

(3) The urea used originally contains 1.13% biuret.

(4) 30 c.c. of 10% solution or 3 g. of urea was applied to each plant each time.

附表 3. 土壤施肥試區各小區46年果實產量

Table 3. Fruit yields of the different soil fertilization treatments, 1957

單位：公斤 Unit: Kg.

二縮脲濃度 Biuret content (%) / 重複 Replication	1.13	2.13	3.13	4.13
Ⅰ	103.9	105.4	103.7	108.7
Ⅱ	108.0	98.9	107.7	105.3
Ⅲ	106.2	118.7	119.7	110.4
Ⅳ	111.8	120.4	111.1	107.1
Ⅴ	118.0	110.9	116.2	104.5
Ⅵ	118.5	114.9	116.0	112.7

(註)表內各值爲每小區 60 株之果實產量。

Remark: Each figure indicates the yield of one plot (60 plants).

附表 4. 葉面施肥試區各小區46年果實產量

Table 4. Fruit yields of the different foliar spray treatments, 1957

單位：公斤
Unit: Kg.

處理代號 Treat-ment no.	果產量 Fruit yield	處理代號 Treat-ment no.	果產量 Fruit yield	處理代號 Treat-ment no.	果產量 Fruit yield	處理代號 Treat-ment no.	果產量 Fruit yield
(4)	40.40	(1)	90.97	(3)	59.82	(2)	69.60
(3)	53.73	(2)	69.33	(4)	26.50	(1)	72.92
(2)	51.16	(3)	55.01	(1)	81.55	(4)	14.22
(1)	85.11	(4)	25.89	(2)	62.51	(3)	21.62

註(1) 表內各值爲每小區 60 株之果產量。
註(2) 處理代號：(1)二縮脲含量 1.13%，(2) 二縮脲含量 2.13%，(3)二縮脲含量3.13%，(4)二縮脲含量4.13%。

Remarks: (1) Each figure indicates the yield of one plot (60 plants).
(2) Treatment numbers indicate the biuret contents of spray solution as follows: (1) 1.13%, (2) 2.13%, (3) 3.13%, (4) 4.13%.

附表 5. 葉面施肥試區各小區47年果實產量

Table 5. Fruit yields of the different foliar spray treatments, 1958

單位：公斤
Unit: Kg.

處理代號 Treat-ment no.	果產量 Fruit yield	處理代號 Treat-ment no.	果產量 Fruit yield	處理代號 Treat-ment no.	果產量 Fruit yield	處理代號 Treat-ment no.	果產量 Fruit yield
(4)	31.5	(1)	69.0	(3)	43.9	(2)	59.7
(3)	33.4	(2)	54.6	(4)	41.3	(1)	50.6
(2)	42.9	(3)	31.2	(1)	57.5	(4)	48.7
(1)	31.3	(4)	40.8	(2)	49.6	(3)	41.3

(註)見附表 4.
Remarks: See Table 4.

附表 6. 葉面施肥試區各小區48年果實產量

Table 6. Fruit yields of the different foliar spray treatments, 1959

單位：公斤
Unit: Kg.

處理代號 Treat-ment no.	果產量 Fruit yield	處理代號 Treat-ment no.	果產量 Fruit yield	處理代號 Treat-ment no.	果產量 Fruit yield	處理代號 Treat-ment no.	果產量 Fruit yield
(4)	22.60	(1)	58.80	(3)	34.58	(2)	56.60
(3)	31.87	(2)	33.17	(4)	16.90	(1)	34.58
(2)	37.74	(3)	38.59	(1)	45.75	(4)	29.28
(1)	25.69	(4)	27.01	(2)	35.29	(3)	30.78

(註)見附表 4.
Remarks: See Table 4.

附表 7. 土壤施肥試區各小區47年果實產量

Table 7. Fruit yields of the different soil fertilization treatments, 1958

單位：公斤
Unit: Kg.

重複 Replication \ 二縮脲濃度 Biuret content (%)	1.13	2.13	3.13	4.13
I	65.8	80.4	78.0	62.1
II	89.1	73.1	58.5	76.0
III	53.1	68.1	68.8	84.5
IV	72.0	83.7	50.8	56.3
V	29.1	73.7	63.9	45.7
VI	57.0	74.9	33.3	40.4

(註)見附表 3.
Remark: See Table 3.

附表 8. 土壤施肥試區各小區48年果實產量

Table 8. Fruit yields of the different soil fertilization treatments, 1959

單位：公斤
Unit: Kg.

二縮脲濃度 Biuret content (%) / 重複 Replication	1.13	2.13	3.13	41.3
I	68.1	57.2	62.6	72.4
II	63.7	66.8	41.5	60.7
III	72.7	58.6	55.4	48.9
IV	70.5	40.5	54.5	52.7
V	46.7	61.7	45.8	43.5
VI	41.4	54.8	39.2	28.9

(註)見附表 3.

Remark: See Table 3.